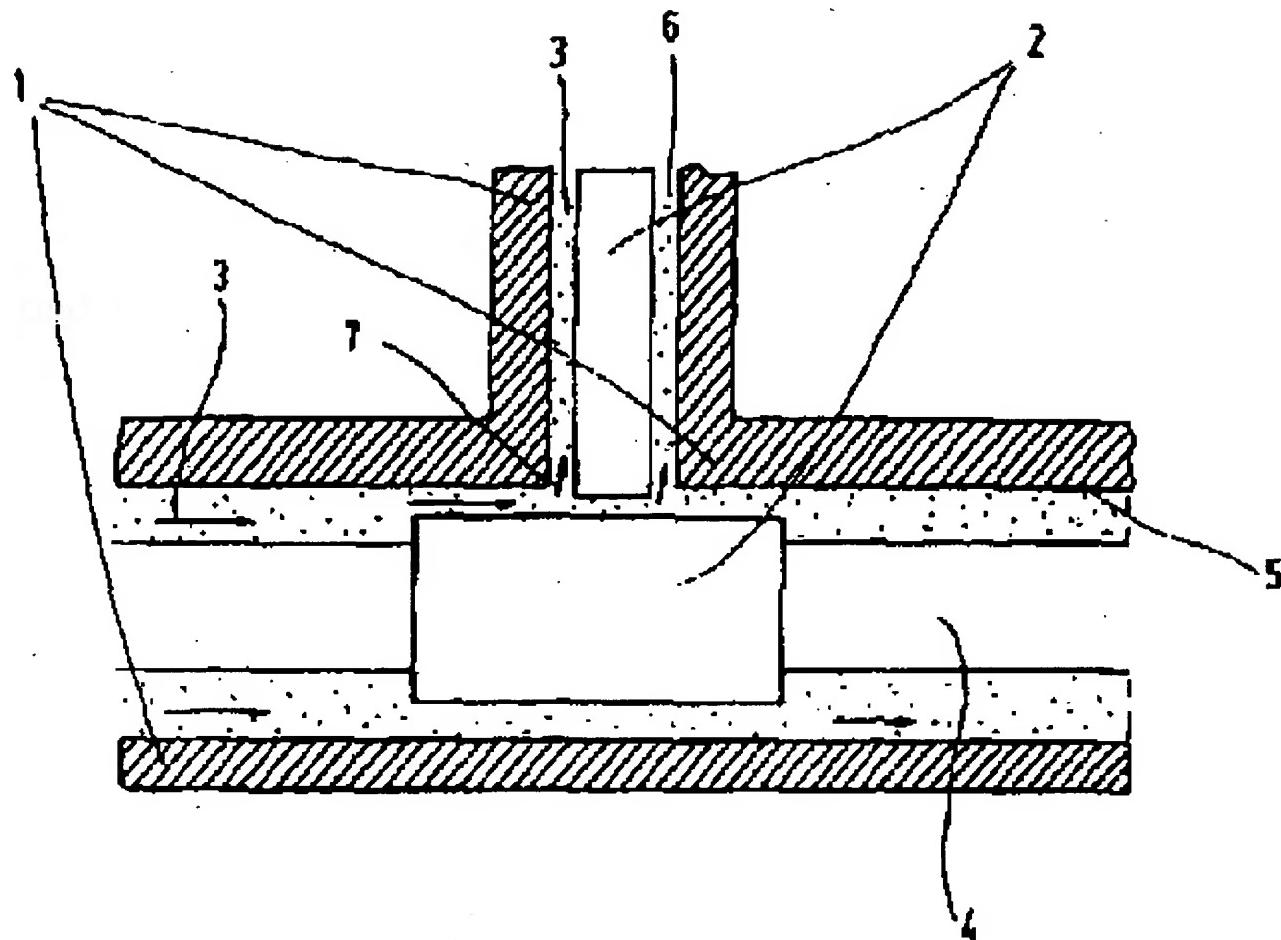


AN: PAT 2000-544443  
TI: Workpiece surface machining involves applying electric field to surface area to be machined to increase viscosity of grinding medium contg. electrorheological liquid with abrasive additive  
PN: DE19902422-A1  
PD: 03.08.2000  
AB: NOVELTY - The method involves using an electrorheological liquid with an abrasive additive as the grinding medium (3). The liquid flows around the workpiece (1) surface and an electric field is applied to the surface area to be machined to increase the viscosity of the grinding medium. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for the use of an electrorheological liquid as a grinding medium.; USE - For machining workpiece surfaces, esp. internal surfaces. ADVANTAGE - Enables the grinding material to be pumped easily since it is only highly viscous at the grinding point. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic sectional representation of an arrangement for machining a workpiece with a grinding medium contg. electrorheological liquid with abrasive additive hollow metal body 1 electrode 2 grinding medium 3  
PA: (BOSC ) BOSCH GMBH ROBERT;  
IN: DAHLMANNS F; HOCKAUF W; RUDOLF U;  
FA: DE19902422-A1 03.08.2000;  
CO: DE;  
IC: B24B-031/10;  
MC: X25-A03C2;  
DC: P61; X25;  
FN: 2000544443.gif  
PR: DE1002422 22.01.1999;  
FP: 03.08.2000  
UP: 06.10.2000





(18) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 199 02 422 A 1**

(51) Int. Cl. 7:  
**B 24 B 31/10**

**DE 199 02 422 A 1**

(21) Aktenzeichen: 199 02 422.7  
(22) Anmeldetag: 22. 1. 1999  
(43) Offenlegungstag: 3. 8. 2000

(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Dahlmanns, Frank, 52080 Aachen, DE; Hockauf, Wolfgang, 71546 Asbach, DE; Rudolf, Uwe, 74206 Bad Wimpfen, DE

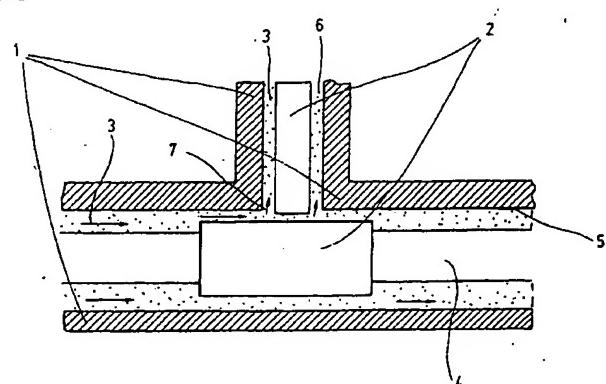
(56) Entgegenhaltungen:  
JP 09-0 11 114 A  
Kuzmanovic, O.R.: Flüssige Feile,  
Strömungsschleifen zur Feinbearbeitung von  
Bauteiloberflächen, in: Maschinenmarkt Würzburg  
100 (1994), S. 52-55;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstücks

(57) Eine elektrorheologische Flüssigkeit, deren Viskosität durch Anlegen eines elektrischen Feldes veränderbar ist, wird als Schleifmedium (3) zur Bearbeitung von Werkstückoberflächen eingesetzt. Dabei wird der elektrorheologischen Flüssigkeit abrasiv wirkendes Material wie Siliciumcarbid oder Korund in Pulverform zugesetzt. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes wird die Viskosität des so erzeugten Schleifmediums (3) in den Bereichen, wo ein Materialabtrag stattfinden soll, erhöht. Ansonsten ist das Schleifmedium relativ dünnflüssig und lässt sich leicht handhaben.



**DE 199 02 422 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Oberflächenbearbeitung eines Werkstücks mittels eines fließfähigen Schleifmediums.

## Stand der Technik

Es ist bekannt, zur Feinbearbeitung von Werkstückoberflächen, insbesondere zum Entgraten und Verrunden von innerliegenden Kanten und Verschneidungen hochviskose Flüssigkeiten als Schleifmedium einzusetzen. Bei diesem Verfahren, das als Strömungsschleifen oder Druck-Fließ-Läppen bezeichnet wird, wird eine hochviskose Flüssigkeit durch das Werkstückinnere gepresst. Dabei ist die materialabtragende Wirkung des Schleifmediums dort am größten, wo die jeweilige Schleifmittelgeschwindigkeit maximal ist. Das Druck-Fließ-Läppen ist beispielsweise in der Fachzeitschrift Maschinenmarkt, Würzburg 100 (1994), 16, Seiten 52 bis 55, beschrieben. Mit dem Verfahren sind jedoch auch einige Nachteile verbunden. Zum einen ist die Handhabung des hochviskosen Schleifmediums schwierig und erfordert einen hohen technischen Aufwand an Druckkolben, Pumpen oder dergleichen. Aus dem gleichen Grund ist die Reinigung des Werkstücks schwierig. Das eine pastöse Konsistenz aufweisende Schleifmedium muß mittels Druckluft und durch einen Waschgang gereinigt werden. Durch den Schleifvorgang wird zudem das Schleifmedium durch den Materialabtrag verunreinigt, wodurch das Schleifergebnis beeinträchtigt wird. Da eine Entfernung des Materialabtrags aus der Schleifmittelpaste nicht möglich ist, ist der Materialverbrauch bei diesem Verfahren vergleichsweise hoch, was neben der aufwendigen Handhabung des Schleifmittels und dem Reinigungsaufwand hohe Kosten verursacht.

## Vorteile der Erfindung

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 wird als Schleifmedium eine elektroreologische Flüssigkeit mit zugesetztem abrasiv wirkendem Material eingesetzt, welche die Werkstückoberfläche umströmt, wobei an den zu bearbeitenden Oberflächenbereichen ein elektrisches Feld zur Erhöhung der Viskosität des Schleifmediums angelegt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß das Schleifmedium nur im Bereich der Schleifstellen hochviskos beziehungsweise pastös ist. Außerhalb der zu bearbeitenden Bereiche wird kein elektrisches Feld an das Schleifmedium angelegt, so daß dieses hier dünnflüssig ist und leicht mittels Pumpen gefördert werden kann. Außerdem hängt die Schleifwirkung von der Viskosität des fließfähigen Schleifmediums ab, so daß andere Bereiche des Werkstücks sowie die Pumpen, Kolben und Zuleitungen durch das Schleifmedium nicht angegriffen werden. Die Schleifwirkung kann so gezielt auf die zu bearbeitenden Bereiche konzentriert werden. Die verwendete Anlage kann dadurch eine wesentlich höhere Lebensdauer erreichen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß das Werkstück einfach gereinigt werden kann, da nach Ausschalten des elektrischen Feldes das Schleifmittel wieder dünnflüssig und damit leicht entfernt werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich gut zur Bearbeitung von Innenflächen eines Hohlkörpers. Besteht dieser aus Metall, so kann der Hohlkörper selbst als eine Elektrode verwendet werden. Eine zweite Elektrode wird in den Hohlraum eingeführt und zwischen beiden Elektroden eine elektrische Spannung zur Erhöhung der Viskosität des Schleifmediums angelegt.

Als zugesetztes abrasiv wirkendes Material können aus

der Schleiftechnik bekannte Materialien wie zum Beispiel Siliciumcarbid oder Korund in geeigneten Korngrößen eingesetzt werden.

Durch Wahl der Fließgeschwindigkeit des Schleifmediums und der verwendeten elektrischen Spannung können definierte Verrundungen von Werkstückkanten erzeugt werden. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei Werkstücken für Hochdruckanwendungen, um Druckspitzen an scharfen Kanten zu vermeiden.

Das Schleifmedium kann in dünnflüssigem Zustand mittels geeigneter Reinigungsmittel leicht durch Entfernung des Materialabtrages gereinigt werden, so daß der Materialverbrauch bei dem erfindungsgemäßen Schleifverfahren im Vergleich mit dem oben erläuterten herkömmlichen Verfahren deutlich verringert ist.

Die Erfindung beschreibt auch die Verwendung einer elektroreologischen Flüssigkeit als Schleifmittel zur Bearbeitung von Oberflächen, wobei dieser vorzugsweise abrasiv wirkendes Material zugesetzt wird.

## Zeichnung

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die einzige Fig. 1 erläutert, die ein Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens illustriert.

## Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt ein Werkstück 1 mit einer ersten Bohrung 5 und einer senkrecht dazu ausgebildeten Bohrung 6. Am Verzweigungspunkt bildet sich eine ovale Verschneidungskante 7 aus, die entgratet und verrundet werden soll. Dies ist besonders wichtig für Anwendungen, bei denen eine Flüssigkeit oder ein Gas oder eine Mischung davon mit hohem Druck durch die Bohrungen 5, 6 gefördert werden soll. Scharfe Kanten führen zu lokalen Spannungsspitzen im Werkstück, die dessen Lebensdauer beeinträchtigen können. Ein Beispiel einer derartigen Anwendung sind Einspritzdüsen für Otto- oder Dieselmotoren, die für sehr hohe Kraftstoffdrücke ausgelegt sein müssen.

Bei dem erfindungsgemäßen Schleifverfahren wird als Schleifmedium 3 eine elektroreologische Flüssigkeit verwendet. Diese Flüssigkeiten haben die Eigenschaft, daß sich deren Viskosität in Abhängigkeit von einem angelegten elektrischen Feld ändert. Bei zunehmender Feldstärke nimmt die Viskosität zu und die sonst dünnflüssige Flüssigkeit nimmt einen zähen, pastenartigen Zustand ein. Das Funktionsprinzip dieser elektroreologischen Flüssigkeiten ist beispielsweise in der Zeitschrift Ölhydraulik und Pneumatik, 33, 1994, Nr. 5, Seite 291 beschrieben.

Die elektroreologische Flüssigkeit 3 ist mit abrasiv wirkendem Material wie beispielsweise Siliciumcarbid- oder Korund-Körnern versetzt, wobei mittels der Korngröße die gewünschte Oberflächenrauhigkeit beeinflußt werden kann. Dieses fließförmige Schleifmedium bestehend aus elektroreologischer Flüssigkeit mit abrasivem Materialzusatz wird mittels Pumpen oder einer Kolbenanordnung (nicht dargestellt) an der zu bearbeitenden Oberfläche vorbeigespumpt.

In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel wird das Schleifmittel 3 durch die Bohrungen 5, 6 des Werkstücks 1 gepumpt. In diese Bohrungen sind Elektroden 2 eingebracht, die auf eine geeignete Spannung von beispielsweise 500 V oder 1000 V gegenüber dem Werkstück gelegt werden können, welches im dargestellten Ausführungsbeispiel als Gegenelektrode dient. Alternativ, wenn das Werkstück beispielsweise aus einem elektrisch nicht leitenden Material besteht, können auch Hilfselektroden verwendet werden,

beispielsweise in die Bohrungen 5, 6 eingeschobene Ring-elektroden. Dabei ist natürlich darauf zu achten, daß die zu verrundende Schnittkante 7 durch die Elektroden nicht abgedeckt wird.

Zwischen Elektroden 2 und Werkstück 1 beziehungsweise Hilfselektroden baut sich ein elektrisches Feld auf, das zu einer Viskositätsverhöhung des Schleifmediums 3 führt. In dem Bereich der Elektroden 2 hat das Schleifmedium 3 daher eine genügende Viskosität, um Material vom Werkstück 1 abtragen zu können und so eine Entgratung und Verrundung beispielsweise der Verschnittkante 7 hervorzurufen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine definierte Verrundung der Kanten erzielt werden kann, so daß die erwähnten unerwünschten Spannungsspitzen bei Hochdruckanwendungen vermieden werden können.

Mit dem erfundsgemäßen Verfahren kann die Schleifwirkung auf den zu bearbeitenden Bereich des Werkstückes beschränkt werden. Andere Werkstückbereiche und die Pumpeneinrichtungen für das Schleifmittel selbst "spüren" dieses nur in seinem dünnflüssigen Zustand, so daß kein wesentlicher Materialabtrag stattfindet. Die Lebensdauer der Pumpen und Förderleitungen ist daher wesentlich erhöht. Außerdem ist es im dünnflüssigen Zustand möglich, das Schleifmedium durch geeignete, an sich bekannte Reinigungsmittel durch Entfernung des Materialabtrags zu reinigen. Auch eine Reinigung des Werkstückes ist nach Beendigung des Schleifvorgangs, wenn die Elektroden 2 und zugehörigen Träger 4 aus isolierendem Material aus dem Werkstück 1 entfernt sind, einfach durchzuführen. Das Werkstück braucht lediglich mit Wasser oder einer anderen geeigneten Reinigungsflüssigkeit durchgespült zu werden.

terial mit abrasiver Wirkung zugesetzt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung eines Werkstücks (1), dadurch gekennzeichnet, daß als Schleifmedium (3) eine elektrorheologische Flüssigkeit mit zugesetztem Material mit abrasiver Wirkung eingesetzt wird, welche Flüssigkeit (3) die Werkstückoberfläche umströmt, wobei an den zu bearbeitenden Oberflächenbereichen ein elektrisches Feld zur Erhöhung der Viskosität des Schleifmediums (3) angelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Oberflächen im Innenraum eines Hohlkörpers bearbeitet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (1) aus Metall besteht, in welchen wenigstens eine Elektrode (2) eingeführt wird, wobei zwischen Hohlkörper (1) und Elektrode (2) eine elektrische Spannung angelegt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als abrasives Material Siliciumcarbid oder Korund verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß durch Einstellung der Fließgeschwindigkeit des Schleifmediums (3) und des elektrischen Felds eine definierte Verrundung von Werkstückkanten erzeugt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im dünnflüssigen Zustand der Materialabtrag aus dem Schleifmedium (3) entfernt wird.
7. Verwendung einer elektrorheologischen Flüssigkeit als Schleifmedium (3) zur Bearbeitung von Oberflächen.
8. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrorheologischen Flüssigkeit Ma-

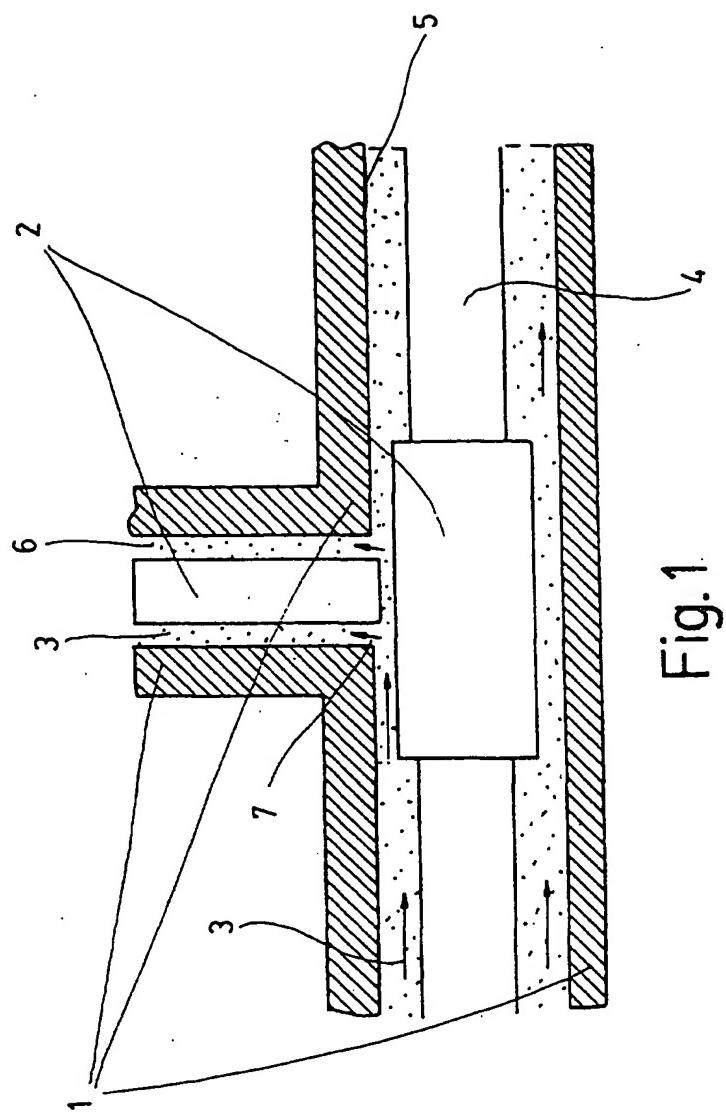


Fig. 1